

## 〈第30回環境システム計測制御学会（EICA）研究発表会〉

## 奨励賞受賞論文と講評

環境システム計測制御学会 選考委員長

佐藤 明 雄

(EICA 幹事長/㈱安川電機)

環境システム計測制御学会では、平成30年11月6日（火）、7（水）の2日間にわたり、第30回環境システム計測制御学会（EICA）研究発表会を開催しました。

EICAでは、毎年同研究発表会で「技術分野の将来の貢献を奨励することを目的とし、本会が主催する講演会・シンポジウム等の研究発表会において優れた内容の研究発表を行った者」に対し、奨励賞を授与しています。

第30回研究発表会では、平成30年9月26日（水）に開かれた選考委員会にて奨励賞として選考された、以下の8件に同賞を授与しましたので、ここに御報告します。

## ■奨励賞

- ・『水中のアルミニウム連続計測技術の開発』  
三宮 豊（㈱日立製作所，東北大学大学院），横井浩人（㈱日立製作所），齋藤泰洋，松下洋介，青木秀之（東北大学大学院）
- ・『画像処理型凝集センサによる水質制御システム』  
有村良一，黒川 太，毛受 卓（㈱東芝），横山 雄（東芝インフラシステムズ㈱）
- ・『MBRの消費電力低減を目的とした曝気風量制御』  
小原卓巳，山中 理（㈱東芝），志宮篤政（東芝インフラシステムズ㈱），永江信也，都築佑子（㈱クボタ）
- ・『雨天時の下水処理場における指標微生物の制御に関する基礎検討』  
松葉祐亮，田中景介（京都大学大学院），西田佳記，圓佛伊智朗（㈱日立製作所），山下尚之（愛媛大学大学院），田中宏明（京都大学大学院）
- ・『酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）をコーティングしたセルフクリーニング pH 電極の開発とその光触媒活性』  
西尾友志，室賀樹興（㈱堀場アドバンステクノ），橋本忠範，石原 篤（三重大学大学院）
- ・『消化汚泥の脱水分離液を用いて培養した藻類の燃料化物としてのポテンシャルについて』  
岡安祐司，山崎廉予，重村浩之（土木研究所）
- ・『下水汚泥焼却炉スクラバー水からの場内循環水銀の除去実験について』  
中谷圭佑，中野憲一，榎原盛英（猪名川流域下水道事務所）
- ・『汽水湖阿蘇海における底質酸素消費速度の推定とリン収支の定量評価』  
川口 衛（立命館大学大学院），佐藤圭輔（立命館大学），森 颯人（立命館大学大学院），管原庄吾（鳥根大学大学院）

今回選考対象となった論文は、査読論文が12編、一般論文が23編の合計35編で、その中から特に新規性、有用性、完成度ともに優秀であり、且つ、その研究内容が当学会の活動主旨に相応しいという評価を得た論文5編とノート1編、研究発表2編を奨励賞として選定しました。

本年度は、2年に1回の研究発表会であり、当学会の特徴である、「上下水道」に関わる計測・制御・運用に関わるテーマから「広域管理」、「環境モニタリング」、「自然環境」、「環境エネルギー」、「廃棄物処理」といった幅広いテーマが寄せられました。また、近年のキーワードである「ICT・ビッグデータ・IoT」といったテーマも見受けられ本学会関係者の中において

も感心の高さを見ることができました。一方で本学会の特徴である産・官・学が連携したテーマが1編（全35編）と少なく、少し寂しい気がしました。ただし、産・官連携は3編、産学連携は8編と本学会の特徴である産と連携した官、学の活動の一端は見ることでできました。

以下に今回の奨励賞受賞論文についての講評を紹介します。

三宮豊らによる「水中のアルミニウム連続計測技術の開発」は、凝集剤注入制御の要素技術として、エリオクロムシニアレッド（ECR）試薬を用いた吸光度法を採用したアルミニウム（Al）連続計測技術を開発した報告であった。最適な ECR 添加量を 25

mg-ECR $\cdot$ L<sup>-1</sup>とし、これにより0~0.5 mg-Al $\cdot$ L<sup>-1</sup>においても吸光度とAl計測値の良好な線形性が得られたとしている。また、試作した連続バッチ式のAl計測装置では誤差1%以下の良好な繰り返し精度を得ている。また、Alイオンは水の着色原因となるため規制が強化されており、本技術は凝集剤注入制御の適用だけでなく、河川の水質監視などにも応用が期待できる。

有村良一らによる「画像処理型凝集センサによる水質制御システム」は、浄水場における凝集剤注入制御においてフロックの凝集状態を画像処理により数値化し、この情報を使ってフィードバック制御を行う自動制御の適用性を検証した報告であった。具体的には、高濁度の原水発生時を対象として、異なる濁度上昇率に対して本制御システムを検証した結果、高濁度時でも凝集状態の違いを数値化できていることを確認している。また、異なる濁度上昇率に対して、本センサによる凝集状態の数値化と数値化したフロックの移動速度を制御量としてPI制御の適用により、PAC注入率を増加することができることを確認できており、浄水場への早期の適用を期待したい。

小原卓巳らによる「MBRの消費電力低減を目的とした曝気風量制御」は、膜分離活性汚泥法(MBR: Membrane Bio-Reactor)の消費電力低減を目的とした洗浄風量制御を提案し、実規模のMBR施設にてその効果を評価した報告であった。本報告では、膜ろ過抵抗モデルに線形回帰モデルを組み合わせた膜差圧予測モデルを構築し、その予測値に基づき洗浄風量を制御する手法を開発している。この手法をMBR実施設に適用した結果、消費電力低減に寄与できる技術であることを実証しており、実用化に向けたさらなる検証が期待される。

松葉祐亮らによる「雨天時の下水処理場における指標微生物の制御に関する基礎検討」は、既存の下水処理機能を最大限に活用し、雨天時における病原微生物の流出量を削減するための下水処理制御技術の構築を最終目的として、実下水処理場における雨天時処理の実態を調査した報告であった。この結果、反応槽流入水量増大時に終沈越流水の大腸菌濃度が高くなる傾向が見出された。また、経験モデルと係数フィッティングにより雨天時下水処理において、最終沈殿池から越流する指標微生物濃度を概ね予測可能であることが示唆された。このことから、将来は塩素あるいは代替方法での消毒効果を考えた計画・運転に実際に活用されることが期待される。

西尾友志らによる「酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)をコーティングしたセルフクリーニングpH電極の開発とその光触媒活性」は、pH応答ガラス膜と液絡部に酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)をコーティングし、ガラス支持管の

内部に小型UV-LEDを装備したpH電極を開発した報告であった。ゾルーゲル法によりTiO<sub>2</sub>をpH応答ガラスおよび支持管の一部にコーティングして作成した電極は、pH4.01とpH9.18間で理論感度と同じ値を示した。また、実装試験を化学工場の放流槽にて行い、手作業による洗浄を行うことなく3ヶ月間清浄に保たれたことが確認できた。さらに同条件で3ヶ月間運転した従来の電極と比較して、その応答時間はより短いことも報告された。今後は、実用化に向け無機マトリックスに対する検証や大量生産・商業レベルに向けたセルフクリーニング電極のシンプルな設計を期待したい。

岡安祐司らによる「消化汚泥の脱水分離液を用いて培養した藻類の燃料化物としてのポテンシャルについて」は、下水処理場で発生する工程水(消化汚泥の脱水分離液)を部分循環式嫌気性ろ床実験装置流出水で希釈した溶液を用いて自然太陽光の下で回分式継代藻類培養を行ったところ、3~11月の期間であれば、無加温で、藻類培養に使用する溶液中の溶解性リン・窒素をほぼ全量、藻類などの懸濁態物質に変換することが可能と報告された。さらに得られた余剰藻類培養液を凍結乾燥した試料について高位発熱量を測定したところ、15~20 MJ/kg-DSの範囲であり、下水汚泥の乾燥物と同程度となると報告がなされ固形燃料化への適用可能性が見出された。

中谷圭佑らによる「下水汚泥焼却炉スクラバー水からの場内循環水銀の除去実験について」は、実下水処理場における焼却炉の排ガス中の水銀規制値に関する報告であった。平成30年4月1日に改正大気汚染防止法が施行され、焼却炉の排ガスに水銀の規制が加えられた。猪名川流域下水道原田処理場では、規制基準値相当の排ガスが度々測定されているが、流入水と放流水に含まれる水銀は検出下限値未満である。汚泥処理系の水銀を調べた結果、焼却炉スクラバー水の水銀が処理場内で循環しており、水銀キレート樹脂カラム実験などから、スクラバー水からの水銀除去の可能性を検討した報告であった。当初はスクラバー水の水銀を水溶性と考え、キレートによる除去を考えたが、水銀が固形であることが分かった。今後は固体で存在する水銀除去に向けた手法の検討や実証試験により水銀の除去が期待される。

川口衛らによる「汽水湖阿蘇海における底質酸素消費速度の推定とリン収支の定量評価」は、汽水湖の環境改善にむけた施策設計のために、汚濁問題が表面化している阿蘇海を対象として、底質が湖水や物質収支に与える影響を分析した報告であった。特に底質酸素消費量(SOD)に着目してその影響因子を分析すること、リンの空間分布に着目して堆積量と物質収支を推定することを主目的にその結果が報告されていた。

その結果は、SODは $1.21\sim 1.71\text{ gO/m}^2/\text{day}$ となり、最深部で最大値を、 $\text{H}_2\text{S}$ など還元物質とその流動性などの受けて総じて高い値を示している。また、底質には流出入量差の3~13年分のリンが堆積(124~577 ton)していると推定され、底層水のTP(表層水の数倍以上)は底質からの溶出の影響を受けていると推察している。全国各地にある閉鎖性の汽水域では、その多くが同様の水質・底質問題を抱えており、未解決

である。このような研究成果が底質改善の解決策につながっていくことを期待する。

最後に、いずれの論文についても、研究の継続と更なる発展、実用化に向けた現場レベルの改善などを期待すると同時に、今後の環境システム計測制御分野での更なる発展につなげて頂けるように期待するものである。



Photo 1 受賞者と清水会長(右から5番目)